

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-163233

(43)Date of publication of application : 19.06.2001

(51)Int.Cl.

B62D 5/07
 B62D 6/00
 // B62D101:00
 B62D113:00
 B62D117:00

対応各国特許は特11
 (esp@comet 84)

(21)Application number : 11-353059

(71)Applicant : KAYABA IND CO LTD

(22)Date of filing : 13.12.1999

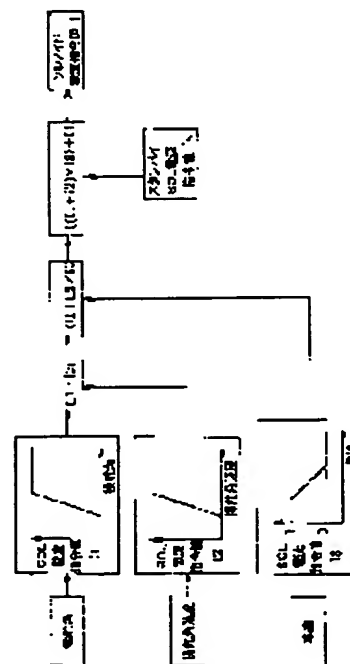
(72)Inventor : TAKAI MASASHI
 SHIMA NAOTO
 KAMITSUMA FUMIHIDE
 AMANO NORIMASA
 SHIMIZU NOBORU

(54) POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To restrain driving torque of a pump and to perform energy-saving control by setting a control flow rate controlled by a flow control valve to a value close to a flow rate required by the output side of a power cylinder and a steering valve.

SOLUTION: An exciting current I of a solenoid SQL is specified on the basis of a solenoid current command value I1 by a steering angle θ , a solenoid current command value I2 by steering angular velocity ω and a solenoid current command value I4 for specifying a standby flow rate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-163233
(P2001-163233A)

(43)公開日 平成13年6月19日 (2001.6.19)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 5/07		B 6 2 D 5/07	B 3 D 0 3 2
6/00		6/00	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 101:00		101:00	
113:00		113:00	
117:00		117:00	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平11-353059

(22)出願日 平成11年12月13日 (1999. 12. 13)

(71)出願人 000000929

カヤバ工業株式会社

東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル

(72)発明者 高井 正史

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内

(72)発明者 島 直人

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内

(74)代理人 100076163

弁理士 嶋 宣之

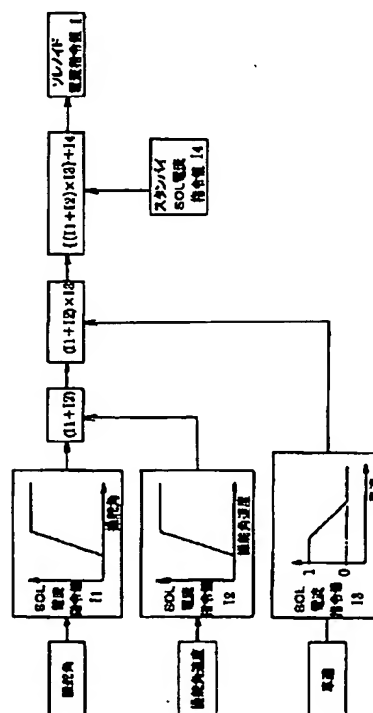
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パワーステアリング装置

(57)【要約】

【課題】 流量制御弁Vで制御される制御流量QPを、パワーシリンダ8やステアリングバルブ9などの出力側が要求する流量に近い値にして、ポンプの駆動トルクを抑え、省エネ制御をする

【解決手段】 操舵角θによるソレノイド電流指令値I1と、操舵角速度ωによるソレノイド電流指令値I2と、スタンバイ流量を特定したソレノイド電流指令値I4とに基づいて、ソレノイドSOLの励磁電流Iを特定するようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する他方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませ、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導く一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するとともに、その移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしたパワーステアリング装置において、上記オリフィスは、ソレノイドの励磁電流 I に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御するコントローラを設け、かつ、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角に応じた操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算または記憶する一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算し、この加算した値に、さらにスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御する構成にしたパワーステアリング装置。

【請求項2】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値にソレノイド電流指令値 I_3 を積算し、その積算値にスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 を加算する構成にした請求項1記載のパワーステアリング装置。

【請求項3】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I_3 を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした請求項1記載のパワーステアリング装置。

【請求項4】 本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませ、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに

圧油を導く一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するとともに、その移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしたパワーステアリング装置において、上記オリフィスは、ソレノイドの励磁電流 I に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御するコントローラを設け、かつ、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角によって操舵角 θ と操舵角速度 ω とを検出する一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とのうち、大きい方のソレノイド電流指令値を選択するとともに、この選択した値に、さらにスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御する構成にしたパワーステアリング装置。

【請求項5】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に、ソレノイド電流指令値 I_3 を積算し、その積算値をソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした請求項4記載のパワーステアリング装置。

【請求項6】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I_3 を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした請求項4記載のパワーステアリング装置。

【請求項7】 コントローラは、ソレノイドの励磁電流 I と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角 θ とソレノイド指令値 I_1 との特性を積算して、操舵角 θ とソレノイド電流 I_1 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした請求項1～6のいずれか1に記載のパワーステアリング装置。

【請求項8】 コントローラは、ソレノイドの励磁電流 I と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角速度 ω とソレノイド指令値 I_2 との特性を積算して、操舵角 ω とソレノイド電流 I_2 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした請求項1～7のいずれか1に記

載のパワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パワーシリンダ側に導く流量を制御する流量制御弁を備えたパワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種のパワーステアリング装置に組み込まれた流量制御弁は、本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた一方のパイロット室に臨ませている。そして、上記一方のパイロット室の下流側に固定オリフィスを設け、この固定オリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導くようにしている。

【0003】一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するようにしている。このスプールの移動位置によって、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしている。そして、上記スプールは、固定オリフィス前後の差圧を一定に保って、パワーシリンダを制御するステアリングバルブ側には、常に、一定の制御流量 Q_P が供給されるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のようにした従来の装置では、流量制御弁から常に一定の制御流量 Q_P が、パワーシリンダを制御するステアリングバルブ側に供給されることになる。言い換えると、この制御流量 Q_P は、車速や操舵状況に関わりなく、常に一定の制御流量 Q_P を上記ステアリングバルブ側に供給し続けることになる。しかしながら、車速や操舵状況に関わりなく、制御流量 Q_P を特定すると、例えば、パワーシリンダが必要とする流量 Q_M に対して、 $Q_P > Q_M$ となったとき、その余剰流量を、上記ステアリングバルブを介してタンクに戻さなければならない。

【0005】上記のように余剰流量を、ステアリングバルブを介してタンクに戻すということは、それだけ回路の圧力損失を大きくしてしまう。言い換えると、ポンプはこの圧力損失分の駆動トルクを消費し続けなければならないことになる。そのために、ポンプの駆動トルクが大きくなればなるほど、多量のエネルギーを消費することになる。

【0006】しかも、上記制御流量 Q_P は、パワーシリンダの最大必要流量にあわせて設定しているのので、ほとんどの場合、何らかの余剰流量をタンクに還流させてい

るのが現状である。そのために、この従来の装置では、そのエネルギー損失が大きくなるという問題があった。この発明の目的は、車両の走行条件や操舵状況に応じて、制御流量 Q_P を制御することによって、エネルギー損失を最小限に抑えたパワーステアリング装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、次の構成を前提にする。本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませている。そして、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導くようにしている。一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御する。そして、スプールの移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしている。

【0008】上記の装置を前提にしつつ、第1の発明は、次の点に特徴を有する。すなわち、上記オリフィスを、ソレノイドの励磁電流 I に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御するコントローラを設けている。しかも、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角に応じた操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算または記憶するようにしている。一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算し、この加算した値に、さらにスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御する構成にしている。

【0009】第2の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値にソレノイド電流指令値 I_3 を積算し、その積算値にスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I_4 を加算する構成にした点に特徴を有する。

【0010】第3の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I

3を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I 4に加算する構成にした点に特徴を有する。

【0011】第4の発明は、操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I 1と、操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I 2とのうち、大きい方のソレノイド電流指令値を選択する。そして、この選択した値に、さらにスタンバイ用のソレノイド電流指令値 I 4を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流 I を制御する構成にした点に特徴を有する。

【0012】第5の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I 3を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I 1あるいは I 2のいずれか大きい方の値に、ソレノイド電流指令値 I 3を積算し、その積算値をソレノイド電流指令値 I 4に加算する構成にした点に特徴を有する。

【0013】第6の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I 3を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I 1あるいは I 2のいずれか大きい方の値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I 3を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をソレノイド電流指令値 I 4に加算する構成にした点に特徴を有する。

【0014】第7の発明は、コントローラを、ソレノイドの励磁電流 I と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q P との特性、および操舵角 θ とソレノイド指令値 I 1 との特性を積算して、操舵角 θ とソレノイド電流 I 1 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q P とがリニアな特性になる構成にした点に特徴を有する。

【0015】第8の発明は、コントローラは、ソレノイドの励磁電流 I と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q P との特性、および操舵角速度 ω とソレノイド指令値 I 2 との特性を積算して、操舵角 ω とソレノイド電流 I 2 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q P とがリニアな特性になる構成にした点に特徴を有する。

【0016】

【発明の実施の形態】図1および図2は第1の実施態様を示したものである。そして、まず、図1に基づいて、パワーステアリング装置全体の構成を説明する。本体 B には、流量制御弁 V のスプール 1 とともにポンプ P も一体的に組み込んでいる。上記スプール 1 は、その一端を一方のパイロット室 2 に臨ませ、他端を他方のパイロット室 3 に臨ませている。上記一方のパイロット室 2 は、ポンプポート 4 を介してポンプ P に常時連通している。また、他方のパイロット室 3 にはスプリング 5 を介在させている。このようにした両パイロット室 2、3 は、ソレノイド S O L の励磁電流 I に応じて開度を制御する可

変オリフィス a を介して、たがいに関連している。

【0017】すなわち、一方のパイロット室 2 は、流路 6 → 可変オリフィス a → 流路 7 を経由してパワーシリンダ 8 を制御するステアリングバルブ 9 の流入側に連通している。また、他方のパイロット室は、流路 10 および流路 7 を介してステアリングバルブ 9 の流入側に連通している。したがって、上記両パイロット室 2、3 は、可変オリフィス a を介して連通することになり、可変オリフィス a の上流側の圧力が一方のパイロット室に作用し、下流側の圧力が他方のパイロット室 3 に作用することになる。

【0018】そして、スプール 1 は、一方のパイロット室 2 の作用力と、他方のパイロット室 3 の作用力とがバランスした位置を保つが、そのバランス位置において、前記ポンプポート 4 とタンクポート 11 との開度が決められる。今、エンジン等からなるポンプ駆動源 12 が停止していると、ポンプポート 4 に圧油が供給されない。ポンプポート 4 に圧油が供給されなければ、両パイロット室 2、3 には圧力が発生しないので、スプール 1 はスプリング 5 の作用で図示のノーマル位置を保つ。

【0019】上記の状態からポンプ P が駆動して、ポンプポート 4 に圧油が供給されると、可変オリフィス a に流れができるので、そこに圧力損失が発生する。この圧力損失の作用で、両パイロット室 2、3 に圧力差が発生し、この圧力差に応じてスプール 1 がスプリング 5 に抗して移動し、上記バランス位置を保つ。このようにスプール 1 がスプリング 5 に抗して移動することによって、タンクポート 11 の開度を大きくするが、このときのタンクポート 11 の開度に応じて、ステアリングバルブ 9 側に導かれる制御流量 Q P と、タンク T あるいはポンプ P に還流される戻り流量 Q T の分配比が決まる。言い換えれば、タンクポート 11 の開度に応じて制御流量 Q P が決まることになる。

【0020】上記のように制御流量 Q P が、スプール 1 の移動位置で決まるタンクポート 11 の開度に応じて制御されるということは、結局は、可変オリフィス a の開度に応じて制御流量 Q P が決まることになる。なぜなら、スプール 1 の移動位置は、両パイロット室 2、3 の圧力差で決まるとともに、この圧力差を決めているのが可変オリフィス a の開度だからである。

【0021】したがって、車速や操舵状況に応じて、制御流量 Q P を制御するためには、可変オリフィス a の開度、すなわちソレノイド S O L の励磁電流を制御すればよいことになる。なぜなら、可変オリフィス a は、ソレノイド S O L が非励磁状態のときにその開度を最少に保ち、励磁電流を大きくしていくにしたがってその開度を大きくするからである。

【0022】なお、前記ステアリングバルブ 9 は、図示していないステアリングホイールの入力トルク（操舵トルク）に応じて、パワーシリンダ 8 への供給流量を制御

するものである。例えば、操舵トルクが大きければ、パワーシリンダ 8 への供給量を大きくし、操舵トルクが小さければそれに応じて供給流量も少なくするようにしている。この操舵トルクとステアリングバルブ 9 の切り換え量は、図示していないトーションバーなどのねじれ反力によって決まることになる。

【0023】上記のように操舵トルクが大きいために、ステアリングバルブ 9 の切り換え量を大きくすれば、その分、パワーシリンダ 8 によるアシスト力が大きくなる。反対に、ステアリングバルブ 9 の切り換え量を小さくすれば、上記アシスト力は小さくなる。そして、操舵トルクによって決まるパワーシリンダ 8 の必要（要求）流量 Q_M と、流量制御弁 V で決められる制御流量 Q_P とを、なるべく等しくすれば、ポンプ P 側のエネルギー損失を低く抑えることができる。なぜなら、ポンプ P 側のエネルギーロス、制御流量 Q_P とパワーシリンダ 8 の要求量 Q_M との差によって発生するからである。

【0024】上記のように制御流量 Q_P を、パワーシリンダ 8 の要求量 Q_M にできるだけ近づけるために、可変オリフィス a の開度を制御するのが、ソレノイド SOL に対する励磁電流であり、この励磁電流を制御するのが、コントローラ C である。このコントローラ C には、舵角センサー 16 と車速センサー 17 とを接続し、これら両センサーの出力信号に基づいて、ソレノイド SOL の励磁電流を制御するようにしている。

【0025】なお、図中符号 18 はスプール 1 の先端に形成したスリットで、スプール 1 が図示の位置にあるときにも、一方のパイロット室 2 が、このスリット 18 を介して、流路 7 に常時連通するようにしている。言い換えると、スプール 1 が図示の状態にあって、流路 6 を閉じているようなときにも、ポンプ P の吐出油が、このスリット 18 を介して、ステアリングバルブ 9 側に供給されるようにしている。このように微少流量であるが、ステアリングバルブ 9 側に圧油を供給するようにしたのは、装置全体の焼き付きの防止、キックバック等の外乱の防止、および応答性の確保を目的にしているからである。ただし、これらの目的は、後で説明するスタンバイ流量を確保することでも達成できるので、詳細な説明は後に譲ることにする。

【0026】また、符号 19 は、コントローラ C とソレノイド SOL との間に接続したドライバーである。

【0027】上記コントローラ C の制御システムは、図 2 に示すとおりである。すなわち、コントローラ C には、舵角センサー 16 からの舵角信号と車速センサー 17 からの車速信号とが入力する。そして、コントローラ C は、舵角信号から操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算する。そして、これら操舵角 θ および操舵角速度 ω に基づいて、上記要求量 Q_M を推定するようにしているが、実際には、操舵トルクに基づいて、上記要求流量 Q_M を特定した方が正確な制御できる。しかし、操舵トルクを検

出して、可変オリフィス a の開度を制御しようとする、現状のパワーステアリングシステムを大幅に変更しなければならない。

【0028】ところが、この第 1 の実施態様のように、操舵角 θ および操舵角速度 ω を基にして、要求流量 Q_M を推定するようにすれば、現状のパワーステアリングシステムそのものを、ほとんど変更しなくてもよい。したがって、この発明の特徴にもつながるが、操舵角 θ および操舵角速度 ω を検出して、上記要求流量 Q_M を推定する第 1 の実施態様の方が、操舵トルクを直接検出するシステムよりも大幅にコストダウンできるという特徴がある。なお、この特徴は、後で説明する第 2 の実施態様にもあてはまること当然である。

【0029】上記の理由から、コントローラ C は操舵角 θ と操舵角速度 ω をもととして、ソレノイド SOL の励磁電流を制御するようにしている。その制御特性は、図 2 に示すとおりである。図 2 における操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_1 とは、その操舵角 θ と制御流量 Q_P との関係がリニアな特性になる理論値を基にして決めている。また、操舵角速度 ω とソレノイド電流指令値 I_2 との関係も、操舵角速度 ω と制御流量 Q_P とがリニアな特性になる理論値を基にして決めている。

【0030】ただし、操舵角 θ および操舵角速度 ω が、ある設定値以上にならないければ、上記指令値 I_1 および I_2 のいずれもゼロを出力するようにしている。つまり、ステアリングホイールが中立あるいはその近傍にある時には、上記指令値 I_1 も I_2 もゼロになるようにしている。そして、これら操舵角 θ に対するソレノイド電流指令値 I_1 、および操舵角速度 ω に対するソレノイド電流指令値 I_2 は、テーブル値としてコントローラ C にあらかじめ記憶させておいてもよいし、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω を基にして、その都度、コントローラ C に演算させるようにしてもよい。

【0031】いずれにしても、操舵角 θ を基にしてソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω を基にしてソレノイド電流指令値 I_2 とを求めたら、それら両者を加算する。この加算値 $(I_1 + I_2)$ に、今度は車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 I_3 を積算する。ただし、上記車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 I_3 は、車速が低速域では 1 を出力し、高速域ではゼロを出力するとともに、その間の中速域では 1 からゼロまでの小数点以下の値を出力する。

【0032】したがって、上記加算値 $(I_1 + I_2)$ に車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 I_3 を積算すれば、低速域では $(I_1 + I_2)$ がそのまま出力されるし、高速域では $(I_1 + I_2)$ がゼロになる。また、中速域では、速度が上がればそれに反比例した値が出力されることになる。上記のように $(I_1 + I_2) \times I_3$ が求まったら、さらにそれにスタンバイソレノイド電流指令値 I_4 を加算する。つまり、 $\{(I_1 + I_2) \times I_3\} + I_4 = I$

(ソレノイド電流指令値)として、ドライバー19から出力させる。

【0033】上記スタンバイソレノイド電流指令値I4は、常に、所定の電流が可変オリフィスaのソレノイドSOLに供給されるようにするためのものである。このようにスタンバイソレノイド電流指令値I4が供給された可変オリフィスaは、操舵角 θ 、操舵角速度 ω および車速を基にしたソレノイド電流指令値が、たとえゼロだったとしても、その開度を一定に保つとともに、一定のスタンバイ流量を確保する。

【0034】ただし、省エネという観点からすると、パワーシリンダ8およびステアリングバルブ9側の要求流量QMがゼロなら、流量制御弁Vの制御流量QPもゼロにするのが理想的であるが、その理由は次のとおりである。制御流量QPをゼロにするということは、ポンプPの吐出量全量をタンクポート11からポンプPまたはタンクTに還流させることを意味する。そして、タンクポート11からポンプPまたはタンクTに還流する流路は、本体B内にあって非常に短いので、その圧力損失がほとんどない。圧力損失がほとんどないので、ポンプPの駆動トルクも最少に抑えられ、その分、省エネにつながることになる。このような意味から、要求流量QMがゼロのときに、制御流量QPもゼロにするのが、省エネという観点からは、絶対に有利になる。

【0035】それにもかかわらず、要求流量QMがゼロでもスタンバイ流量QSを確保したのは、次の3つの理由からである。

装置の焼き付き防止

ある程度の油を装置に循環させておいた方が、その油による冷却効果が期待できるが、スタンバイ流量はこの冷却機能を果たすことになる。

【0036】キックバック等の外乱やセルフアライニングトルクに対抗

タイヤに外乱やセルフアライニングトルク等による抗力が作用すると、それがパワーシリンダ8のロッドに作用する。もし、スタンバイ流量を確保しておかなければ、この外乱やセルフアライニングトルクによる抗力で、タイヤがふらついてしまう。しかし、スタンバイ流量を確保しておけば、たとえ上記抗力が作用したとしても、タイヤがふらついたりしない。すなわち、上記パワーシリンダ8のロッドには、ステアリングバルブ9を切り換えるためのピニオン等がかみ合っているのので、上記抗力が作用すると、ステアリングバルブも切り換わって、その抗力に対抗する方向にスタンバイ流量を供給することになる。したがって、スタンバイ流量を確保しておけば、上記キックバックによる外乱や、セルフアライニングトルクに対抗できることになる。

【0037】応答性の確保

例えば、図3に示すように、スタンバイ流量QSを確保しておけば、それが全然ないときよりも、目的の制御流

量QPに到達する時間が短くてすむ。この時間差が応答性になるので、結局、スタンバイ流量QSを確保した方が、応答性を向上させることができる。

【0038】次に、この実施態様の作用を説明する。例えば、車速が低速域にある状態で操舵すれば、そのときの操舵角 θ と操舵角速度 ω によって、ソレノイド電流指令値I1とI2とが決まる。そして、これら指令値を加算するとともに、この加算値(I1+I2)に車速に応じたソレノイド電流指令値I3=1を積算する。その積算値である(I1+I2)に、スタンバイ流量を確保するためのソレノイド電流指令値I4をさらに加算する。すなわち、低速域では、ソレノイド電流指令値Iは、 $I = I1 + I2 + I4$ ということになる。

【0039】なお、上記のように操舵角 θ によるソレノイド電流指令値I1と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値I2とを加算したのは、次の理由からである。第1の理由は、応答性を確保することである。つまり、パワーシリンダ8やステアリングバルブ9側の要求流量QMに対して、常に、多めの制御流量QMを供給している方が、パワーシリンダの応答性がよくなる。このような理由から、両電流値I1、I2を加算するようにしている。

【0040】第2の理由は、保舵時の安定性を確保するためである。例えば、ステアリングバルブ9側の要求流量QMを推定するには、操舵トルクが最も適切であることは前記したとおりである。そして、この操舵トルクに最も近似しているのが、操舵角速度 ω である。したがって、理論的には、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値I2だけでも、それなりの制御が可能になる。しかし、操舵角速度 ω は、ステアリングを操舵している最中にしか発生しない。例えば、ステアリングをある角度操舵して、その舵角の位置で、ステアリングを止めて保舵している時には、操舵角速度 ω はゼロになってしまう。

【0041】もし、上記のような保舵時に、制御流量QPを確保できなければ、車両のセルフアライニングトルクによる抗力に負けて、パワーシリンダ8が動いてしまう。このようにパワーシリンダ8がその位置を保てずに動いてしまえば、それこそ保舵そのものが不可能になる。しかし、上記のように操舵角 θ をパラメータにしておけば、保舵時であっても操舵角 θ が保たれているので、ソレノイド電流指令値I1を確保できる。したがって、この電流指令値I1で保舵に必要なパワーを維持できることになる。なお、上記の操舵角 θ と操舵角速度 ω との関係は、低速域、中速域および高速域での走行中にもすべて同じようにあてはまることである。

【0042】また、低速域で走行中でも、直進走行時などでステアリングホイールを中立位置近傍に保っているときには、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値I1および操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値I2は、ゼロになってしまう。しかし、この場合にも、ソレノイ

ド電流指令値 I_4 だけは出力されるので、スタンバイ流量は必ず確保されることになる。したがって、低速域での直進走行時であっても、装置の冷却効果を期待できるとともに、キックバック等による外乱にも対抗できる。しかも、スタンバイ流量を確保しているの、応答性も良好に保てる。また、このスタンバイ流量の効能は、低速域、中速域および高速域での走行中にもすべて同じようにあてはまることである。

【0043】車速が高速域にあるときには、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 がゼロになる。この電流指令値 I_3 がゼロになれば、 $(I_1 + I_2) I_3 = 0$ となるので、制御流量 Q_P は、スタンバイ流量 Q_S だけとなり、パワーアシスト力もほとんどなくなる。そして、中速域での走行中には、その速度に応じて、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 が小さくなっていくので、それにともなって制御流量 Q_P も少なくなる。したがって、パワーアシスト力もその分小さくなっていく。

【0044】なお、通常の走行では、高速走行中にステアリングホイールを大きく切ることではない。ステアリングホイールを大きく切るのは、ほとんど低速域である。その関係を示したのが、図4および図5である。これらの図からも明らかのように、車速が高くなるにしたがって、操舵角 θ および操舵角速度 ω の範囲が、中立を中心に狭くなっていく。したがって、車速と、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω の範囲とは、相関性があるといえる。このことから、車速センサー17の代わりに、操舵角を代用することが可能になる。したがって、車速センサー17を設けることと、車速に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を考慮することとは、必ずしも必須の構成要素とはならない。ただし、車速センサー17によってソレノイド電流指令値 I_3 を考慮した方が、実際の走行により適した制御が可能になる。

【0045】図6に示した第2の実施態様は、次の2点で、第1の実施態様と相違させている。すなわち、第1の点は、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とを、実際の状況により近づけたことである。第2の点は、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とを、第1の実施態様のように加算するのではなく、いずれか大きい方の値を選択するようにしたことである。

【0046】第1の実施態様との相違点である第1の点は、次のことを考慮している。ドライバーの操舵感覚を基にすれば、図7に示すように、操舵角 θ とそれによって特定される制御流量 Q_P とは、リニアな特性を維持するのが理想的である。ところが、ソレノイド電流指令値 I と、ソレノイドSOLによる可変オリフィス a の開度で決まる制御流量 Q_P とは、図8に示すように、二乗特性に近いものになる。これは、可変オリフィス a を構成するポペット等の質量とか、ソレノイドの性能とが相乗

的に作用した結果である。

【0047】しかし、第1および第2の実施態様も、操舵角 θ によってソレノイド電流指令値 I_1 を求め、この指令値 I_1 で制御流量 Q_P を特定しようとしているので、そのままだと、操舵角 θ と制御流量 Q_P とが、リニアな特性にならない。そこで、この第2の実施態様では、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 を、図6に示すように、制御流量 Q_P が最大流量に達するまで、曲線状にしたものである。

【0048】ただし、この曲線を得るのに、例えば、操舵角 θ と制御流量 Q_P とが、図7に示すリニアな特性になるポイントを、実験によってプロットしていてもよいし、図8の曲線と図7の曲線を数式化し、図7の値を図8の値で除算して、 $\theta = f(I)$ を求めてもよい。なお、このことは、操舵角速度 ω に関しても全く同じことがいえる。

【0049】このようにした第2の実施態様によれば、操舵角 θ および操舵角速度 ω と、制御流量 Q_P とがリニアな関係になるので、操舵感覚と出力とを一致させることができる。なお、上記のように制御流量 Q_P と、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω との相対関係を、リニアな特性にする考え方は、前記した第1の実施態様にも適用できること当然である。

【0050】また、前記した第2の相違点である操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とのいずれか大きい方の値を選択するようにした理由を次に説明する。例えば、第1の実施態様では、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算していたが、このように指令値 I_1 と I_2 とを加算すると、その値のふれ幅が大きくなってしまう。

【0051】例えば、第1の実施態様のように、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算すると、そのグラフの曲線の中で、変化率が最も大きなところで、図9の斜線で示すような幅ができてしまう。例えば、図9における x 点に注目すると、 $x = \theta_1 + \omega_2$ のときもあるし、 $x = \theta_2 + \omega_2$ のときもある。このように加算される個々の値が相違するにもかかわらず、 x が同じ値になってしまうと、ドライバーの操舵感覚は同じなのに、電流指令値 $(I_1 + I_2)$ が y_1 、 y_2 の範囲で異なったものになる。そのために、ドライバーの操舵感覚は同じなのに、出力が異なるという結果になってしまう。このような理由から、第1の実施態様の場合には、操舵感が多少悪くなるということがあった。

【0052】そこで、この第2の実施態様では、ソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 のうち、大きな方の値だけを選択するようにしたものである。このように一方の値だけを選択することによって、図9の斜線の部分で示したふれ幅を最小限に抑えることができる。なお、ソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 のうち、小さい値ではなく、大きな値を選択するようにしたのは、応答性を確保

するためである。つまり、制御流量 Q_P が少ない場合よりも多めの方が、応答性がよいことは前記したとおりである。

【0053】また、この第2の実施態様では、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用した点も、第1の実施態様とは相違する。つまり、第1の実施態様では、この指令値 I_3 を、 $(I_1 + I_2)$ に積算していた。しかし、指令値 I_3 を積算してしまうと、車速が高くなればなるほど、実質的に係数が小さくなる。係数が小さくなれば、グラフの傾きがそれだけ緩やかになる。傾きが緩やかになれば、応答性が悪くなる。そこで、この第2の実施態様では、上記のように車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用し、ソレノイド電流指令値 I の傾きを一定に保つようにしたものである。

【0054】ただ、上記傾きの変化は、実際に、ほんのわずかなので、それを無視しても操舵感にそれほど大きな影響を及ぼさない。したがって、この第2の実施態様においても、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 を、いずれか大きい方のソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 に積算してもよい。反対に、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用することは、第1の実施態様においてもそのまま適用することができる。なお、この第2の実施態様においても、スタンバイ流量を確保するようにした点は、第1の実施態様と全く同様である。

【0055】

【発明の効果】第1および第4の発明の装置によれば、操舵角速度 ω を検出することによって、操舵トルクにより近い値で制御流量 Q_P を制御できる。したがって、上記制御流量 Q_P を適正に確保して、省エネ制御ができる。また、ステアリングホイールを止めた保舵時には、操舵角 θ によって制御流量 Q_P を適正に確保し、セルフアライニングトルクに対抗させることができる。さらにまた、直進走行時のように、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 や操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 がゼロであっても、スタンバイ流量を確保できる。したがって、装置の焼き付きを防止できるし、キックバック等の外乱にも対応できる。さらには、良好な応答性をも確保できる。

【0056】いずれにしても、ステアリングホイールを切っている操舵時、ステアリングホイールを止めている保舵時、あるいは直進走行のいずれの場合にも、制御流量 Q_P を適正に確保し、ポンプを駆動するためのトルクを必要以上大きくならないようにして、的確な省エネ制御を実現できる。

【0057】なお、パワーステアリング装置において、出力側の操舵反力を制御したり、ステアリングバルブの感度を制御したりするために、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用することは、従来から行われて

いる。しかし、この発明のように、制御流量 Q_P を制御して、省エネをテーマにしたもので、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用したものは従来にはない。この発明は、省エネをテーマにして、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用した点に最大の特徴を有する。

【0058】第2および第5の発明の装置によれば、速度感応タイプにしているので、車速に応じた省エネ制御が可能になる。第3および第6の発明の装置によれば、車速感応タイプではあるが、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 を、リミッターとして利用しているので、応答性をより良好に保つことができる。第7および第8の発明の装置によれば、操舵角に対する制御流量 Q_P の特性をよりリニアにすることができるので、操舵フィーリングを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施態様の油圧回路図である。

【図2】第1の実施態様のコントローラの制御系を示す説明図である。

【図3】スタンバイ流量と応答性の関係を示したグラフである。

【図4】操舵角と車速との相関性を示したグラフである。

【図5】操舵角速度と車速との相関性を示したグラフである。

【図6】第2の実施態様のコントローラの制御系を示す説明図である。

【図7】操舵角と制御流量との関係を示すグラフである。

【図8】ソレノイド電流指令値と制御流量との関係を示したグラフである。

【図9】操舵角 θ と操舵角速度 ω とを加算した値と、ソレノイド電流指令値とを加算した値との関係を示したグラフである。

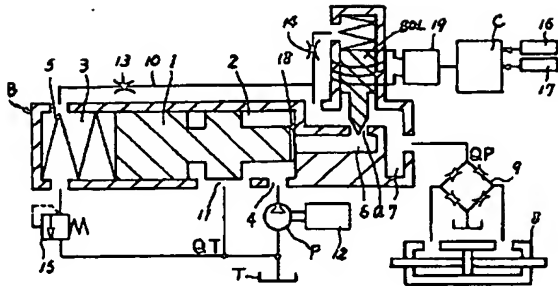
【符号の説明】

I	ソレノイド電流指令値
I_1	操舵角 θ によるソレノイド電流指令値
I_2	操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値
I_3	車速によるソレノイド電流指令値
I_4	スタンバイ流量を確保するためのソレノイド電流指令値
Q_P	制御流量
Q_T	戻り流量
Q_M	必要流量（要求流量）
Q_S	スタンバイ流量
B	本体
1	スプール
2	一方のパイロット室
3	他方のパイロット室
4	ポンプポート

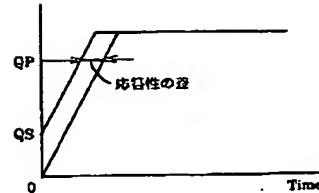
P ポンプ
 SOL ソレノイド
 a 可変オリフィス
 8 パワーシリンダ
 9 ステアリングバルブ

C コントローラー
 16 舵角センサー
 17 車速センサー
 T タンク

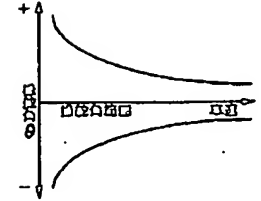
【図 1】



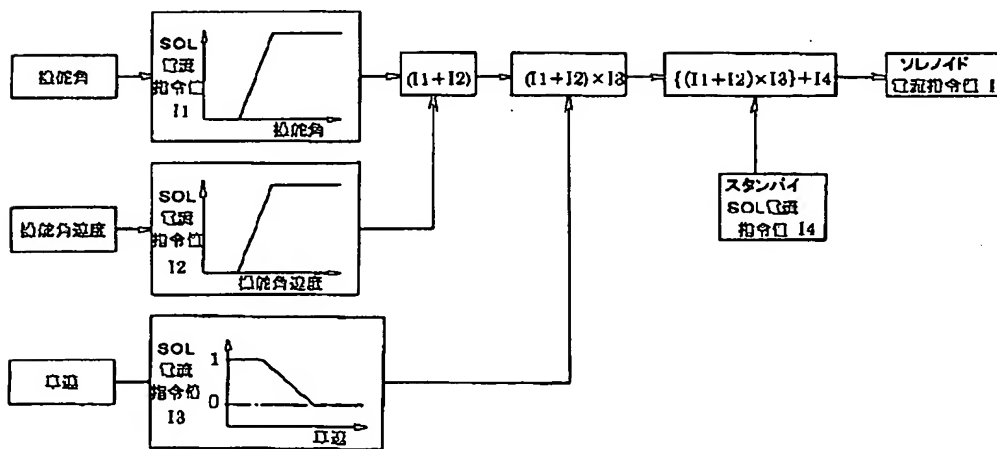
【図 3】



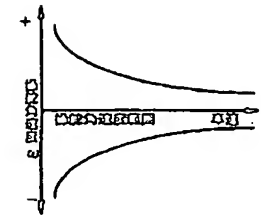
【図 4】



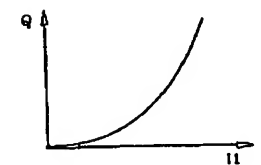
【図 2】



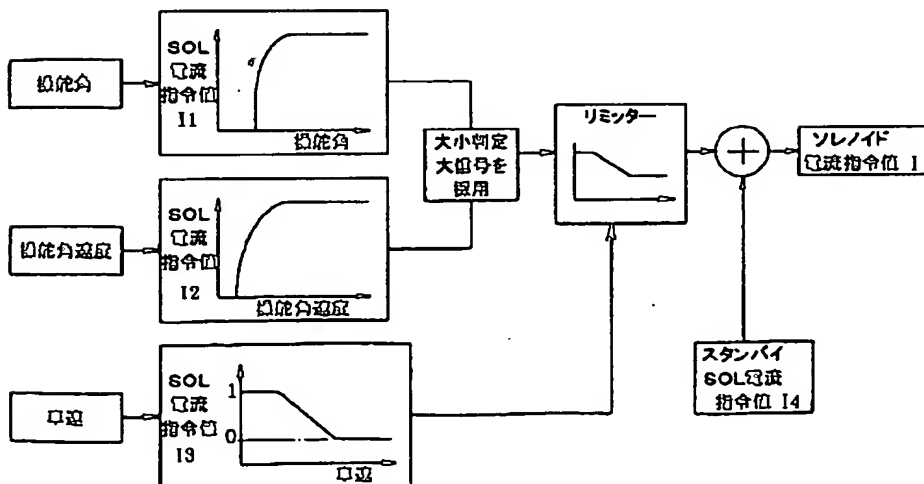
【図 5】



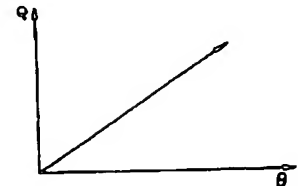
【図 8】



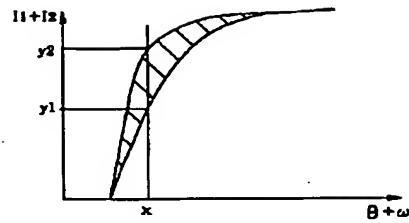
【図 6】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 上妻 文英
 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易セ
 ンタービル カヤバ工業株式会社内
 (72)発明者 天野 教正
 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易セ
 ンタービル カヤバ工業株式会社内

(72)発明者 清水 昇
 東京都港区浜松町 2-4-1 世界貿易セ
 ンタービル カヤバ工業株式会社内
 Fターム(参考) 3D032 CC49 DA03 DA09 DA23 DB01
 DB11 DC07 DC28 EC04
 3D033 CA13 CA19 CA21 EB05 EB07

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第2部門第5区分

【発行日】平成14年12月18日(2002.12.18)

【公開番号】特開2001-163233(P2001-163233A)

【公開日】平成13年6月19日(2001.6.19)

【年通号数】公開特許公報13-1633

【出願番号】特願平11-353059

【国際特許分類第7版】

B62D 5/07

6/00

// B62D 101:00

113:00

117:00

【FI】

B62D 5/07

B

6/00

【手続補正書】

【提出日】平成14年9月20日(2002.9.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませ、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導く一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するとともに、その移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量QPと、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量QTとに分配する構成にしたパワーステアリング装置において、上記オリフィスは、ソレノイドの励磁電流に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御するコントローラを設け、かつ、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角に応じた操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算または記憶する一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値I1および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値I2を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流

指令値I1とI2とを加算し、この加算した値に、さらにスタンバイ用ソレノイド電流指令値I4を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御する構成にしたパワーステアリング装置。

【請求項2】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値I3を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値I1とI2とを加算した値にソレノイド電流指令値I3を乗算し、その乗算値にスタンバイ用ソレノイド電流指令値I4を加算する構成にした請求項1記載のパワーステアリング装置。

【請求項3】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値I3を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値I1とI2とを加算した値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値I3を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値I4に加算する構成にした請求項1記載のパワーステアリング装置。

【請求項4】 本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませ、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導く一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するとともに、その移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量QPと、タンク

クまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしたパワーステアリング装置において、上記オリフィスは、ソレノイドの励磁電流に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御するコントローラを設け、かつ、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角に応じた操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算または記憶する一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とのうち、大きい方のソレノイド電流指令値を選択するとともに、この選択した値に、さらにスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御する構成にしたパワーステアリング装置。

【請求項5】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に、ソレノイド電流指令値 I_3 を乗算し、その乗算値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした請求項4記載のパワーステアリング装置。

【請求項6】 コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I_3 を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした請求項4記載のパワーステアリング装置。

【請求項7】 コントローラは、ソレノイドの励磁電流と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_1 との特性を基にして、操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_1 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした請求項1～6のいずれか1に記載のパワーステアリング装置。

【請求項8】 コントローラは、ソレノイドの励磁電流と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角速度 ω とソレノイド電流指令値 I_2 との特性を基にして、操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_2 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした請求項1～7のいずれか1に記載のパワーステアリング装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、パワーシリンダ側に導く流量を制御する流量制御弁を備えたパワーステアリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】この種のパワーステアリング装置に組み込まれた流量制御弁は、本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませている。そして、上記一方のパイロット室の下流側に固定オリフィスを設け、この固定オリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導くようにしている。

【0003】一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御するようにしている。このスプールの移動位置によって、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしている。そして、上記スプールは、固定オリフィス前後の差圧を一定に保って、パワーシリンダを制御するステアリングバルブ側には、常に、一定の制御流量 Q_P が供給されるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のようにした従来の装置では、流量制御弁から常に一定の制御流量 Q_P が、パワーシリンダを制御するステアリングバルブ側に供給されることになる。言い換えると、この制御流量 Q_P は、車速や操舵状況に関わりなく、常に一定の制御流量 Q_P を上記ステアリングバルブ側に供給し続けることになる。しかしながら、車速や操舵状況に関わりなく、制御流量 Q_P を特定すると、例えば、パワーシリンダが必要とする流量 Q_M に対して、 $Q_P > Q_M$ となったとき、その余剰流量を、上記ステアリングバルブを介してタンクに戻さなければならない。

【0005】上記のように余剰流量を、ステアリングバルブを介してタンクに戻すということは、それだけ回路の圧力損失を大きくしてしまう。言い換えると、ポンプはこの圧力損失分の駆動トルクを消費し続けなければならないことになる。そのために、ポンプの駆動トルクが大きくなればなるほど、多量のエネルギーを消費することになる。

【0006】しかも、上記制御流量 Q_P は、パワーシリンダの最大必要流量にあわせて設定しているの、ほとんどの場合、何らかの余剰流量をタンクに還流させているのが現状である。そのために、この従来の装置では、

そのエネルギー損失が大きくなるという問題があった。この発明の目的は、車両の走行条件や操舵状況に応じて、制御流量 Q_P を制御することによって、エネルギー損失を最小限に抑えたパワーステアリング装置を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、次の構成を前提にする。本体にスプールを組み込み、このスプールの一端を、ポンプポートに常時連通する一方のパイロット室に臨ませ、スプールの他端を、スプリングを介在させた他方のパイロット室に臨ませている。そして、上記一方のパイロット室の下流側にオリフィスを設け、このオリフィスを介してパワーシリンダを制御するステアリングバルブに圧油を導くようにしている。一方、上記オリフィスの上流側の圧力を上記一方のパイロット室のパイロット圧とし、下流側の圧力を上記他方のパイロット室のパイロット圧とし、両パイロット室の圧力バランスでスプールの移動位置を制御する。そして、スプールの移動位置に応じて、ポンプの吐出量を上記ステアリングバルブ側に導く制御流量 Q_P と、タンクまたはポンプに還流させる戻り流量 Q_T とに分配する構成にしている。

【0008】上記の装置を前提にしつつ、第1の発明は、次の点に特徴を有する。すなわち、上記オリフィスを、ソレノイドの励磁電流に応じて開度を制御する可変オリフィスとするとともに、この可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御するコントローラを設けている。しかも、このコントローラには舵角センサーを接続し、この舵角センサーからの操舵角に応じた操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算または記憶するようにしている。一方、コントローラはこれら操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 を記憶または演算するとともに、これらソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算し、この加算した値に、さらにスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御する構成にしている。

【0009】第2の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値にソレノイド電流指令値 I_3 を乗算し、その乗算値にスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 を加算する構成にした点に特徴を有する。

【0010】第3の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算した値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I_3 を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 に加算する

構成にした点に特徴を有する。

【0011】第4の発明は、操舵角 θ に応じたソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω に応じたソレノイド電流指令値 I_2 とのうち、大きい方のソレノイド電流指令値を選択する。そして、この選択した値に、さらにスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 を加算し、これら合計指令値を基に可変オリフィスのソレノイドの励磁電流を制御する構成にした点に特徴を有する。

【0012】第5の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に、ソレノイド電流指令値 I_3 を乗算し、その乗算値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした点に特徴を有する。

【0013】第6の発明は、コントローラに車速センサーを接続し、コントローラは、車速センサーからの車速信号に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を演算または記憶する一方、ソレノイド電流指令値 I_1 あるいは I_2 のいずれか大きい方の値に対して、車速信号によるソレノイド電流指令値 I_3 を限界値とし、その限界値以内のソレノイド電流指令値をスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 に加算する構成にした点に特徴を有する。

【0014】第7の発明は、コントローラを、ソレノイドの励磁電流と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_1 との特性を基にして、操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_1 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした点に特徴を有する。

【0015】第8の発明は、コントローラは、ソレノイドの励磁電流と可変オリフィスの開度で決まる制御流量 Q_P との特性、および操舵角速度 ω とソレノイド電流指令値 I_2 との特性を基にして、操舵角 θ とソレノイド電流指令値 I_2 に応じた可変ソレノイドの開度で決まる制御流量 Q_P とがリニアな特性になる構成にした点に特徴を有する。

【0016】

【発明の実施の形態】図1および図2は第1の実施態様を示したものである。そして、まず、図1に基づいて、パワーステアリング装置全体の構成を説明する。本体Bには、流量制御弁Vのスプール1とともにポンプPも一体的に組み込んでいる。上記スプール1は、その一端を一方のパイロット室2に臨ませ、他端を他方のパイロット室3に臨ませている。上記一方のパイロット室2は、ポンプポート4を介してポンプPに常時連通している。また、他方のパイロット室3にはスプリング5を介在させている。このようにした両パイロット室2、3は、ソレノイドSOLの励磁電流に応じて開度を制御する可変オリフィスaを介して、たがいに連通している。

【0017】すなわち、一方のパイロット室2は、流路6→可変オリフィスa→流路7を経由してパワーシリンダ8を制御するステアリングバルブ9の流入側に連通している。また、他方のパイロット室3は、流路10および流路7を介してステアリングバルブ9の流入側に連通している。したがって、上記両パイロット室2、3は、可変オリフィスaを介して連通することになり、可変オリフィスaの上流側の圧力が一方のパイロット室2に作用し、下流側の圧力が他方のパイロット室3に作用することになる。

【0018】そして、スプール1は、一方のパイロット室2の作用力と、他方のパイロット室3の作用力およびスプリング5の作用力とがバランスした位置を保つが、そのバランス位置において、前記タンクポート11の開度が決められる。今、エンジン等からなるポンプ駆動源12が停止していると、ポンプポート4に圧油が供給されない。ポンプポート4に圧油が供給されなければ、両パイロット室2、3には圧力が発生しないので、スプール1はスプリング5の作用で図示のノーマル位置を保つ。

【0019】上記の状態からポンプPが駆動して、ポンプポート4に圧油が供給されると、可変オリフィスaに流れができるので、そこに差圧が発生する。この差圧の作用で、両パイロット室2、3に圧力差が発生し、この圧力差に応じてスプール1がスプリング5に抗して移動し、上記バランス位置を保つ。このようにスプール1がスプリング5に抗して移動することによって、タンクポート11の開度を大きくするが、このときのタンクポート11の開度に応じて、ステアリングバルブ9側に導かれる制御流量QPと、タンクTあるいはポンプPに還流される戻り流量QTの分配比が決まる。言い換えれば、タンクポート11の開度に応じて制御流量QPが決まることになる。

【0020】上記のように制御流量QPが、スプール1の移動位置で決まるタンクポート11の開度に応じて制御されるということは、結局は、可変オリフィスaの開度に応じて制御流量QPが決まることになる。なぜなら、スプール1の移動位置は、両パイロット室2、3の圧力差で決まるとともに、この圧力差を決めているのが可変オリフィスaの開度だからである。

【0021】したがって、車速や操舵状況に応じて、制御流量QPを制御するためには、可変オリフィスaの開度、すなわちソレノイドSOLの励磁電流を制御すればよいことになる。なぜなら、可変オリフィスaは、ソレノイドSOLが非励磁状態のときにその開度を最小に保ち、励磁電流を大きくしていくにしたがってその開度を大きくするからである。

【0022】なお、前記ステアリングバルブ9は、図示していないステアリングホイールの入力トルク（操舵トルク）に応じて、パワーシリンダ8への供給流量を制御

するものである。例えば、操舵トルクが大きければ、パワーシリンダ8への供給量を大きくし、操舵トルクが小さければそれに応じて供給流量も少なくするようにしている。この操舵トルクとステアリングバルブ9の切り換え量は、図示していないトーションバーなどのねじれ反力によって決まることになる。

【0023】上記のように操舵トルクが大きいときに、ステアリングバルブ9の切り換え量を大きくすれば、その分、パワーシリンダ8によるアシスト力が大きくなる。反対に、ステアリングバルブ9の切り換え量を小さくすれば、上記アシスト力は小さくなる。そして、操舵トルクによって決まるパワーシリンダ8の必要（要求）流量QMと、流量制御弁Vで決められる制御流量QPとを、なるべく等しくすれば、ポンプP側のエネルギー損失を低く抑えることができる。なぜなら、ポンプP側のエネルギーロス、制御流量QPとパワーシリンダ8の必要流量QMとの差によって発生するからである。

【0024】上記のように制御流量QPを、パワーシリンダ8の必要流量QMにできるだけ近づけるために、可変オリフィスaの開度を制御するのが、ソレノイドSOLに対する励磁電流であり、この励磁電流を制御するのが、コントローラCである。このコントローラCには、舵角センサー16と車速センサー17とを接続し、これら両センサーの出力信号に基づいて、ソレノイドSOLの励磁電流を制御するようにしている。

【0025】なお、図中符号18はスプール1の先端に形成したスリットで、スプール1が図示の位置にあるときにも、一方のパイロット室2が、このスリット18を介して、流路7に常時連通するようにしている。言い換えると、スプール1が図示の状態にあって、流路6を閉じているようなときにも、ポンプPの吐出油が、このスリット18を介して、ステアリングバルブ9側に供給されるようにしている。このように微少流量であるが、ステアリングバルブ9側に圧油を供給するようにしたのは、装置全体の焼き付きの防止、キックバック等の外乱の防止、および応答性の確保を目的にしているからである。ただし、これらの目的は、後で説明するスタンバイ流量QSを確保することでも達成できるので、詳細な説明は後に譲ることにする。

【0026】また、符号19は、コントローラCとソレノイドSOLとの間に接続したドライバーである。符号13、14は流路10に設けたオリフィス、符号15はリリーフ弁である。

【0027】上記コントローラCの制御システムは、図2に示すとおりである。すなわち、コントローラCには、舵角センサー16からの舵角信号と車速センサー17からの車速信号とが入力する。そして、コントローラCは、舵角信号から操舵角 θ と操舵角速度 ω とを演算する。そして、これら操舵角 θ および操舵角速度 ω に基づいて、上記必要流量QMを推定するようにしているが、

実際には、操舵トルクに基づいて、上記必要流量 Q_M を特定した方が正確に制御できる。しかし、操舵トルクを検出して、可変オリフィス a の開度を制御しようとする、現状のパワーステアリングシステムを大幅に変更しなければならない。

【0028】ところが、この第1の実施態様のように、操舵角 θ および操舵角速度 ω を基にして、必要流量 Q_M を推定するようにすれば、現状のパワーステアリングシステムそのものを、ほとんど変更しなくてもよい。したがって、この発明の特徴にもつながるが、操舵角 θ および操舵角速度 ω を検出して、上記必要流量 Q_M を推定する第1の実施態様の方が、操舵トルクを直接検出するシステムよりも大幅にコストダウンできるという特徴がある。なお、この特徴は、後で説明する第2の実施態様にもあてはまること当然である。

【0029】上記の理由から、コントローラ C は操舵角 θ と操舵角速度 ω を基にして、ソレノイド電流指令値 I を制御し、このソレノイド電流指令値 I によってソレノイド SOL の励磁電流を制御するようにしている。上記ソレノイド電流指令値 I の制御特性は、図2に示すとおりである。図2における操舵角 θ とソレノイド電流指令値 $I1$ とは、その操舵角 θ と制御流量 Q_P との関係がリニアな特性になる理論値を基にして決めている。また、操舵角速度 ω とソレノイド電流指令値 $I2$ との関係も、操舵角速度 ω と制御流量 Q_P とがリニアな特性になる理論値を基にして決めている。

【0030】ただし、操舵角 θ および操舵角速度 ω が、ある設定値以上にならないければ、上記指令値 $I1$ および $I2$ のいずれもゼロを出力するようにしている。つまり、ステアリングホイールが中立あるいはその近傍にある時には、上記指令値 $I1$ も $I2$ もゼロになるようにしている。そして、これら操舵角 θ に対するソレノイド電流指令値 $I1$ 、および操舵角速度 ω に対するソレノイド電流指令値 $I2$ は、テーブル値としてコントローラ C にあらかじめ記憶させておいてもよいし、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω を基にして、その都度、コントローラ C に演算させるようにしてもよい。

【0031】いずれにしても、操舵角 θ を基にしてソレノイド電流指令値 $I1$ と、操舵角速度 ω を基にしてソレノイド電流指令値 $I2$ とを決定したら、それら両者を加算する。この加算値 $(I1+I2)$ に、今度は車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 $I3$ を乗算する。ただし、上記車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 $I3$ は、車速が低速域では1を出力し、高速域ではゼロを出力するとともに、その間の中速域では1からゼロまでの小数点以下の値を出力する。

【0032】したがって、上記加算値 $(I1+I2)$ に車速信号に基づいたソレノイド電流指令値 $I3$ を乗算すれば、低速域では $(I1+I2)$ がそのまま出力されるし、高速域では $(I1+I2) \times I3$ がゼロになる。また、中

速域では、速度が上がればそれに反比例した値が出力されることになる。上記のように $(I1+I2) \times I3$ が求まったら、さらにそれにスタンバイ用ソレノイド電流指令値 $I4$ を加算する。つまり、 $\{(I1+I2) \times I3\} + I4 = I$ (ソレノイド電流指令値) として、コントローラ C から出力させる。

【0033】上記スタンバイ用ソレノイド電流指令値 $I4$ は、常に、所定の電流が可変オリフィス a のソレノイド SOL に供給されるようにするためのものである。このようにスタンバイ用ソレノイド電流指令値 $I4$ が供給された可変オリフィス a は、操舵角 θ 、操舵角速度 ω および車速を基にしたソレノイド電流指令値が、たとえゼロだったとしても、その開度を一定に保つとともに、一定のスタンバイ流量 Q_S を確保する。

【0034】ただし、省エネという観点からすると、パワーシリンダ8およびステアリングバルブ9側の必要流量 Q_M がゼロなら、流量制御弁 V の制御流量 Q_P もゼロにするのが理想的であるが、その理由は次のとおりである。制御流量 Q_P をゼロにするということは、ポンプ P の吐出量全量をタンクポート11からポンプ P またはタンク T に還流させることを意味する。そして、タンクポート11からポンプ P またはタンク T に還流する流路は、本体 B 内にあって非常に短いので、その圧力損失がほとんどない。圧力損失がほとんどないので、ポンプ P の駆動トルクも最少に抑えられ、その分、省エネにつながることになる。このような意味から、必要流量 Q_M がゼロのときに、制御流量 Q_P もゼロにするのが、省エネという観点からは、絶対に有利になる。

【0035】それにもかかわらず、必要流量 Q_M がゼロでもスタンバイ流量 Q_S を確保したのは、次の3つの理由からである。

①装置の焼き付き防止

ある程度の油を装置に循環させておいた方が、その油による冷却効果が期待できるが、スタンバイ流量 Q_S はこの冷却機能を果たすことになる。

【0036】②キックバック等の外乱やセルフアライニングトルクに対抗

タイヤに外乱やセルフアライニングトルク等による抗力が作用すると、それがパワーシリンダ8のロッドに作用する。もし、スタンバイ流量 Q_S を確保しておかなければ、この外乱やセルフアライニングトルクによる抗力で、タイヤがふらついてしまう。しかし、スタンバイ流量 Q_S を確保しておけば、たとえ上記抗力が作用したとしても、タイヤがふらついたりしない。すなわち、上記パワーシリンダ8のロッドには、ステアリングバルブ9を切り換えるためのピニオン等がかみ合っている、上記抗力が作用すると、ステアリングバルブ9も切り換わって、その抗力に対抗する方向にスタンバイ流量 Q_S を供給することになる。したがって、スタンバイ流量 Q_S を確保しておけば、上記キックバックによる外乱や、

セルフアライニングトルクに対抗できることになる。

【0037】③応答性の確保

例えば、図3に示すように、スタンバイ流量 Q_S を確保しておけば、それが全然ないときよりも、目的の制御流量 Q_P に到達する時間が短くてすむ。この時間差が応答性になるので、結局、スタンバイ流量 Q_S を確保した方が、応答性を向上させることができる。

【0038】次に、この実施態様の作用を説明する。例えば、車速が低速域にある状態で操舵すれば、そのときの操舵角 θ と操舵角速度 ω によって、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とが決まる。そして、これら指令値 I_1 、 I_2 を加算するとともに、この加算値 $(I_1 + I_2)$ に車速に応じたソレノイド電流指令値 $I_3 = 1$ を乗算する。その乗算値である $(I_1 + I_2)$ に、スタンバイ流量 Q_S を確保するためのスタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 をさらに加算する。すなわち、低速域では、ソレノイド電流指令値 I は、 $I = I_1 + I_2 + I_4$ ということになる。

【0039】なお、上記のように操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とを加算したのは、次の理由からである。第1の理由は、応答性を確保することである。つまり、パワーシリンダ8やステアリングバルブ9側の必要流量 Q_M に対して、常に、多めの制御流量 Q_P を供給している方が、パワーシリンダの応答性がよくなる。このような理由から、両指令値 I_1 、 I_2 を加算するようにしている。

【0040】第2の理由は、保舵時の安定性を確保するためである。例えば、ステアリングバルブ9側の必要流量 Q_M を推定するには、操舵トルクが最も適切であることは前記したとおりである。そして、この操舵トルクに最も近似しているのが、操舵角速度 ω である。したがって、理論的には、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 だけでも、それなりの制御が可能になる。しかし、操舵角速度 ω は、ステアリングを操舵している最中にしか発生しない。例えば、ステアリングをある角度操舵して、その舵角の位置で、ステアリングを止めて保舵している時には、操舵角速度 ω はゼロになってしまう。

【0041】もし、上記のような保舵時に、制御流量 Q_P を確保できなければ、車両のセルフアライニングトルクによる抗力に負けて、パワーシリンダ8が動いてしまう。このようにパワーシリンダ8がその位置を保てずに動いてしまえば、それこそ保舵そのものが不可能になる。しかし、上記のように操舵角 θ をパラメータにしておけば、保舵時であっても操舵角 θ が保たれているので、ソレノイド電流指令値 I_1 を確保できる。したがって、この電流指令値 I_1 で保舵に必要なパワーを維持できることになる。なお、上記の操舵角 θ と操舵角速度 ω との関係は、低速域、中速域および高速域での走行中にもすべて同じようにあてはまることである。

【0042】また、低速域で走行中でも、直進走行時などでステアリングホイールを中立位置近傍に保っているときには、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 および操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 は、ゼロになってしまう。しかし、この場合にも、スタンバイ用ソレノイド電流指令値 I_4 だけは出力されるので、スタンバイ流量 Q_S は必ず確保されることになる。したがって、低速域での直進走行時であっても、装置の冷却効果を期待できるとともに、キックバック等による外乱にも対抗できる。しかも、スタンバイ流量 Q_S を確保しているので、応答性も良好に保てる。また、このスタンバイ流量 Q_S の効能は、低速域、中速域および高速域での走行中にもすべて同じようにあてはまることである。

【0043】車速が高速域にあるときには、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 がゼロになる。この電流指令値 I_3 がゼロになれば、 $(I_1 + I_2) I_3 = 0$ となるので、制御流量 Q_P は、スタンバイ流量 Q_S だけとなり、パワーアシスト力もほとんどなくなる。そして、中速域での走行中には、その速度に応じて、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 が小さくなっていくので、それにもなって制御流量 Q_P も少なくなる。したがって、パワーアシスト力もその分小さくなっていく。

【0044】なお、通常の走行では、高速走行中にステアリングホイールを大きく切ることはない。ステアリングホイールを大きく切るのは、ほとんど低速域である。その関係を示したのが、図4および図5である。これらの図からも明らかのように、車速が高くなるにしたがって、操舵角 θ および操舵角速度 ω の範囲が、中立を中心に狭くなっていく。したがって、車速と、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω の範囲とは、相関性があるといえる。このことから、車速センサー17の代わりに、操舵角 θ を代用することが可能になる。したがって、車速センサー17を設けることと、車速に応じたソレノイド電流指令値 I_3 を考慮することとは、必ずしも必須の構成要素とはならない。ただし、車速センサー17によってソレノイド電流指令値 I_3 を考慮した方が、実際の走行により適した制御が可能になる。

【0045】図6に示した第2の実施態様は、次の2点で、第1の実施態様と相違させている。すなわち、第1の点は、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とを、実際の状況により近づけたことである。第2の点は、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とを、第1の実施態様のように加算するのではなく、いずれか大きい方の値を選択するようにしたことである。

【0046】第1の実施態様との相違点である第1の点は、次のことを考慮している。ドライバーの操舵感覚を基にすれば、図7に示すように、操舵角 θ とそれによって特定される制御流量 Q_P とは、リニアな特性を維持す

るのが理想的である。ところが、ソレノイド電流指令値 I と、ソレノイド SOL による可変オリフィス a の開度で決まる制御流量 Q_P とは、図 8 に示すように、二乗特性に近いものになる。これは、可変オリフィス a を構成するポペット等とか、ソレノイドの性能とかが相乗的に作用した結果である。

【0047】しかし、第 1 および第 2 の実施態様も、操舵角 θ によってソレノイド電流指令値 I_1 を求め、この指令値 I_1 で制御流量 Q_P を特定しようとしているので、そのままだと、操舵角 θ と制御流量 Q_P とが、リニアな特性にならない。そこで、この第 2 の実施態様では、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 を、図 6 に示すように、制御流量 Q_P が最大流量に達するまでを、曲線状にしたものである。

【0048】ただし、この曲線を得るのに、例えば、操舵角 θ と制御流量 Q_P とが、図 7 に示すリニアな特性になるポイントを、実験によってプロットしていてもよいし、図 8 の曲線と図 7 の直線を数式化し、図 7 の値を図 8 の値で除算して、 $\theta = f(I)$ を求めてもよい。なお、このことは、操舵角速度 ω に関しても全く同じことがいえる。

【0049】このようにした第 2 の実施態様によれば、操舵角 θ および操舵角速度 ω と、制御流量 Q_P とがリニアな関係になるので、操舵感覚と出力とを一致させることができる。なお、上記のように制御流量 Q_P と、操舵角 θ あるいは操舵角速度 ω との相対関係を、リニアな特性にする考え方は、前記した第 1 の実施態様にも適用できること当然である。

【0050】また、前記した第 2 の相違点である操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 と、操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 とのいずれか大きい方の値を選択するようにした理由を次に説明する。例えば、第 1 の実施態様では、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算していたが、このように指令値 I_1 と I_2 とを加算すると、その値のふれ幅が大きくなってしまう。

【0051】例えば、第 1 の実施態様のように、ソレノイド電流指令値 I_1 と I_2 とを加算すると、そのグラフの曲線の中で、変化率が最も大きなところで、図 9 の斜線で示すような幅ができてしまう。例えば、図 9 における x 点に注目すると、 $x = \theta_1 + \omega^2$ のときもあるし、 $x = \theta_2 + \omega^2$ のときもある。このように加算される個々の値が相違するにもかかわらず、 x が同じ値になってしまうと、ドライバーの操舵感覚は同じなのに、電流指令値 $(I_1 + I_2)$ が y_1 、 y_2 の範囲で異なったものになる。そのために、ドライバーの操舵感覚は同じなのに、出力が異なるという結果になってしまう。このような理由から、第 1 の実施態様の場合には、操舵感が多少悪くなるということがあった。

【0052】そこで、この第 2 の実施態様では、ソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 のうち、大きな方の値だ

けを選択するようにしたものである。このように一方の値だけを選択することによって、図 9 の斜線の部分で示したふれ幅を最小限に抑えることができる。なお、ソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 のうち、小さい値ではなく、大きな値を選択するようにしたのは、応答性を確保するためである。つまり、制御流量 Q_P が少ない場合よりも多めの方が、応答性がよいことは前記したとおりである。

【0053】また、この第 2 の実施態様では、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用した点も、第 1 の実施態様とは相違する。つまり、第 1 の実施態様では、この指令値 I_3 を、 $(I_1 + I_2)$ に乗算していた。しかし、指令値 I_3 を乗算してしまうと、車速が高くなればなるほど、実質的に係数が小さくなる。係数が小さくなれば、グラフの傾きがそれだけ緩やかになる。傾きが緩やかになれば、応答性が悪くなる。そこで、この第 2 の実施態様では、上記のように車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用し、ソレノイド電流指令値 I の傾きを一定に保つようにしたものである。

【0054】ただ、上記傾きの変化は、実際に、ほんのわずかなので、それを無視しても操舵感にそれほど大きな影響を及ぼさない。したがって、この第 2 の実施態様においても、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 を、いずれか大きい方のソレノイド電流指令値 I_1 または I_2 に乗算してもよい。反対に、車速によるソレノイド電流指令値 I_3 をリミッターとして利用することは、第 1 の実施態様においてもそのまま適用することができる。なお、この第 2 の実施態様においても、スタンバイ流量 Q_S を確保するようにした点は、第 1 の実施態様と全く同様である。

【0055】

【発明の効果】第 1 および第 4 の発明の装置によれば、操舵角速度 ω を検出することによって、操舵トルクにより近い値で制御流量 Q_P を制御できる。したがって、上記制御流量 Q_P を適正に確保して、省エネ制御ができる。また、ステアリングホイールを止めた保舵時には、操舵角 θ によって制御流量 Q_P を適正に確保し、セルフアライニングトルクに対抗させることができる。さらにまた、直進走行時のように、操舵角 θ によるソレノイド電流指令値 I_1 や操舵角速度 ω によるソレノイド電流指令値 I_2 がゼロであっても、スタンバイ流量を確保できる。したがって、装置の焼き付きを防止できるし、キックバック等の外乱にも対応できる。さらには、良好な応答性をも確保できる。

【0056】いずれにしても、ステアリングホイールを切っている操舵時、ステアリングホイールを止めている保舵時、あるいは直進走行のいずれの場合にも、制御流量 Q_P を適正に確保し、ポンプを駆動するためのトルクを必要以上大きくならないようにして、的確な省エネ制

御を実現できる。

【0057】なお、パワーステアリング装置において、出力側からの操舵反力を制御したり、ステアリングバルブの感度を制御したりするために、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用することは、従来から行われている。しかし、この発明のように、制御流量 QP を制御して、省エネをテーマにしたもので、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用したものは従来にはない。この発明は、省エネをテーマにして、操舵角、操舵角速度あるいは車速等の信号を利用した点に最大の特徴を有する。

【0058】第2および第5の発明の装置によれば、速度感応タイプにしているので、車速に応じた省エネ制御が可能になる。第3および第6の発明の装置によれば、車速感応タイプではあるが、車速によるソレノイド電流指令値 $I3$ を、リミッターとして利用しているので、応答性をより良好に保つことができる。第7および第8の発明の装置によれば、操舵角に対する制御流量 QP の特性をよりリニアにすることができるので、操舵フィーリングを向上させることができる。

【手続補正3】

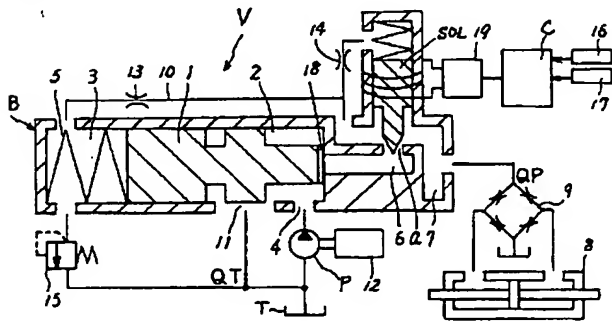
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

【図1】



【手続補正4】

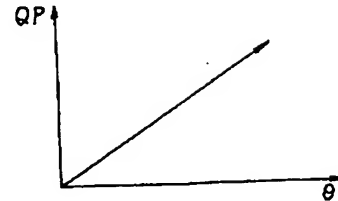
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図7

【補正方法】変更

【補正内容】

【図7】



【手続補正5】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図8

【補正方法】変更

【補正内容】

【図8】

